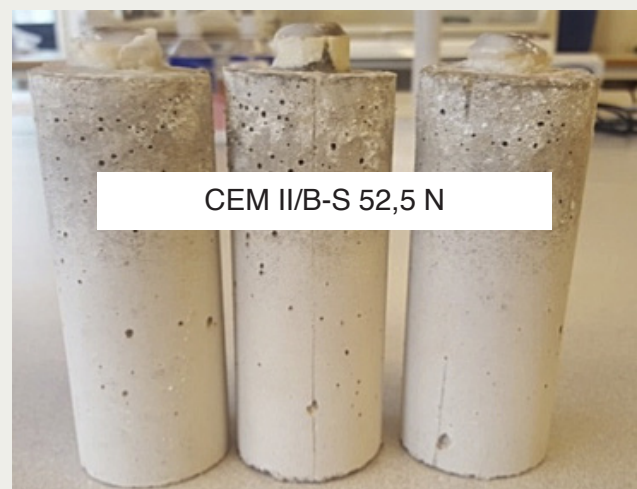


## Ny provningsmetodik för bestämning av bindemedlets korrosionsskyddande förmåga i betong



Bilderna visar skillnad i korrosionshärdighet mellan två olika bindemedel.

Denna SBUF-rapport omfattar slutrapporteringen av forskningsprojektet ”Ny provningsmetodik för bedömning av bindemedlets korrosionsskyddande förmåga i betong – Underlag till LCA och livslängdsbedömning”. I rapporten redovisas resultat från elektrokemiska undersökningar utförda på laboratorium och korrosionsprovningar i fält. Undersökningarna har genomförts av Swerea KIMAB, RISE CBI Betonginstitutet och Chalmers.

Sammanfattningsvis kan sägas att resultaten från laboratorie- och fältmätningarna och analyser av bindemedlets korrosionskänslighet genom TG- och XRD-analyser visade att denna kombination av mätningar ger ett bra verktyg att bedöma den korrosionsskyddande förmågan hos olika bindemedel.

### Bakgrund

För att kunna underlätta användningen av alternativa bindemedel i anläggningskonstruktioner och därmed minska koldioxidbelastningen, måste osäkerheten utredas angående kloridinitierad korrosion hos betong med material som ersätter det rena portlandcementet. Exempel på alternativa bindemedel som kan vara aktuella är flygaska och slag samt för vissa applikationer även silika. I framtiden kan man tänka sig att även nya bindemedel är aktuella, till exempel kalcinerade leror.

Tidigare använda metoder för att bestämma kloridtröskelvärden har haft dålig reproducerbarhet bland annat beroende på att stål-ytans egenskaper varierar. Stålytans egenskaper beror till stor del på förekomsten av defekter i glödskalet. För att nå framgång med en ny provningsmetodik är det viktigt att stål-ytans egenskaper inte varierar från fall till fall. För att nå god reproducerbarhet i metodiken får heller inte provkroppens egenskaper variera, till exempel kapade provstänger som i snittytan saknar glödskalet, skadade ytor på stålets mantelyta och variationer i fukthalt och defekter i form av hålrum i betongen mot stål-ytan. Det är också viktigt att nå en konstant miljö i mätområdet, det vill säga att temperatur och relativ fuktighet inte varierar i mätområdet.

Bindemedel	Potentiostatisk metod	Potentiodynamisk metod	Galvanostatisk metod	Fältprovning	Korrosionskänslighetsfaktor	Rangordning av korrosionskyddande förmåga (medelvärde)
CEM II A-V, LA	3	3	3	3	3	3,0
CEM II A-V, LA+5 % silika	3	3	3	3	Ingår ej	3,0
CEM II A-V 52,5 N+18 % FA	2	stor spridning	2	3	Ingår ej	2,3
CEM I 42,5 N - SR 3 MH/LA	2	stor spridning	2	2	3	2,3
CEM I 52,5 R	1	saknas	saknas	1	2	1,3
CEM II/B-S 52,5 N	1	1	1	1	2	1,2
CEM III/B 42,5 N-LH/SR	1	1	1	1	1	1,0

Tabellen visar rangordningen av korrosionskänsligheten hos olika bindemedel bestämd med olika mätmetoder.

## Syfte

Projektets mål har varit att genom en nationell samling av expertis ta fram en ny provningsmetodik som på ett enkelt och tillämpbart sätt ska utvärdera olika bindemedels korrosionsskyddande förmåga i betong. De framtagna provningsmetodikerna är inte baserade på att utvärdera kloridtröskelvärden för olika bindemedel utan i stället rangordna den korrosionsskyddande förmågan hos olika bindemedel med olika elektrokemiska mätmetoder på laboratorium och genom korrosionsprovningar i fält. Korrosionsskyddsegenskaperna för nya alternativa bindemedel jämförs med Std Portlandcement av anläggningstyp (CEM –I 42,5 N BV/SR/LA).

## Genomförande

Med stöd från SBUF och de övriga finansörerna Trafikverket, Stiftelsen för Cement och Betonginstitutets A-forskning och Swerea KIMAB har arbetet utförts av Swerea KIMAB, RISE CBI Betonginstitutet och Chalmers med stöd av en referensgrupp.

För att bestämma olika bindemedels förmåga att hindra kloridinitierad korrosion har bindemedlens förmåga att passivera stålytan och därmed hindra initiering av lokala korrosionsangrepp undersökts med tre olika accelererade elektrokemiska mätmetoder:

- Potentiostatisk metod (utförts av Swerea KIMAB)
- Potentiodynamisk metod (utförts av RISE CBI Betonginstitutet)
- Galvanostatisk metod (utförts av Chalmers)

För att få med både initierings- och propageringskedet exponerades i fält ingjutna provstänger av kolstål i betongblock. Betongblocken innehöll upp till sju olika bindemedel innehållande 2 procent klorider per bindemedelsvikt. Korrosionshastigheten hos de ingjutna provstängerna utvärderas efter ett års fältexponering med en gravimetrisk metodik (massförlustbestämning).

Laboratoriemiljön där de elektrokemiska mätmetoderna används är en kontrollerad och konstant miljö som går att reproducera. Fältexponeringen representerar verkliga förhållanden. De två miljöerna bör visa samma rangordning av provade material för att laboratorie-metodik ska vara relevant.

För att förklara resultaten från de olika accelererade elektrokemiska mätmetoderna genomfördes också en bedömning av de olika bindemedlens korrosionskänslighet. I denna delundersökning användes termogravimetrisk analys (TGA) och röntgendiffraktion (XRD). Dessa undersökningar kompletterades med en litteraturstudie där analysdata från porlösningekemi hämtades.

## Resultat och slutsatser

Den framtagna provningsmetodikerna med framställning av provkroppar har visat sig fungera väl. För att minska spridningen är det emellertid viktigt att använda en homogen och rengjord stålyta utan glödskalet. Glödskalet avlägsnas lämpligast genom slipning eftersom betning kan bygga upp ett passivskikt på stålytan. För att undvika att betongrester fastnar på stålytan ska släta provstänger användas.

Sammanfattningsvis kan sägas att resultaten från laboratorie- och fältmätningarna och analyser av bindemedlens korrosionskänslighet genom TG- och XRD-analyser visade att denna kombination av mätningar ger ett bra verktyg att bedöma den korrosionsskyddande förmågan hos olika bindemedel. En sammanställning av rangordningen för bindemedlens korrosionsskyddande förmåga redovisas i tabellen ovan. Den korrosionsskyddande förmågan hos de undersökta bindemedlen rangordnas från en sammanvägning av de olika provningsmetoderna:

- bra < 1,5 och
- 1,5 ≥ mindre bra ≤ 2,5 och
- dåligt > 2,5.

Som rangordningen visar i tabellen så har bindemedel med slagg och portlandcement med hög C<sub>3</sub>A en bra korrosionsskyddande förmåga. Detta beror till största delen på kapaciteten att bilda Friedels salt från monosulfat under härdningsprocessen. Bindemedel som har en låg korrosionsskyddande förmåga har ett lågt C<sub>3</sub>A-innehåll och en inblandning av flygaska och/eller silika. Det medför dessutom en utspädningseffekt på förmågan att bilda Friedels salt.

## Ytterligare information

### Kontaktpersoner:

**Bror Sederholm**, Swerea KIMAB, tel 08-674 17 40,  
e-post: [bror.sederholm@swerea.se](mailto:bror.sederholm@swerea.se).

### Litteratur:

- Ny provningsmetodik för bestämning av bindemedlets korrosionsskyddande förmåga. (SBUF, projekt 13096, av Bror Sederholm, Jan Trägårdh, Johan Ahlström, Dimitrios Boubitas, Tang Luping, 47 sidor. Den kan hämtas på [www.sbuf.se](http://www.sbuf.se), projekt 13096